

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-214162

(43) 公開日 平成11年(1999) 8 月 6 日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	F I
H 0 5 B 33/26		H 0 5 B 33/26 Z
33/10		33/10
33/14		33/14 A

審査請求 有 請求項の数10 O L (全 12 頁)

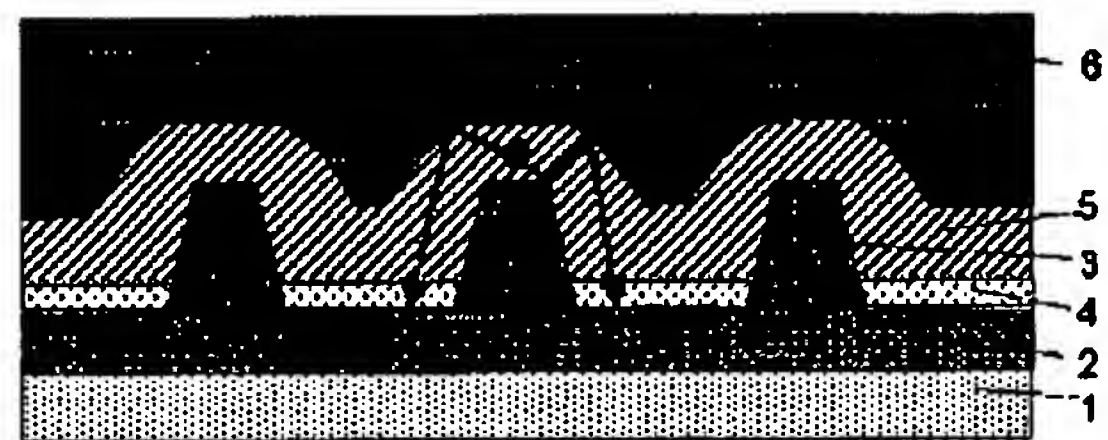
(21) 出願番号	特願平10-14183	(71) 出願人	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(22) 出願日	平成10年(1998) 1 月27日	(72) 発明者	小田 敦 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
		(72) 発明者	石川 仁志 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
		(72) 発明者	東口 達 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 若林 忠 (外4名)

(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高効率な有機エレクトロルミネッセンス素子を提供する。

【解決手段】 光の出射面側に位置する電極2に微小な突起3を設ける。これにより対向電極6に凹面形状を付与する。この凹面形状の傾斜鏡面による反射を利用し、光の取り出し効率を向上させる。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 一対の電極間に発光層を含む一または二以上の有機薄膜層を有してなる有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記一対の電極のうち光の出射面側に位置する電極に複数の微小突起が設けられ、該電極と対向する他方の電極が前記発光層に対して凹面形状を有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項2】 前記微小突起が、円柱形状を有する請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項3】 前記微小突起の最小幅が $0.03\mu\text{m}$ 以上 $2\mu\text{m}$ 以下である請求項1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項4】 前記微小突起の設けられた電極の面積に対する前記微小突起底面部の総面積の比率が5%以上50%以下である請求項1乃至3いずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項5】 前記微小突起の最小幅が、前記有機薄膜層の層厚の0.1倍以上5倍以下である請求項1乃至4いずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項6】 前記微小突起が、可視光領域の光に対して不透明な導電性材料からなる請求項1乃至5いずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項7】 前記微小突起の設けられた電極が、可視光領域の光に対して透明な導電性材料からなる請求項1乃至6いずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項8】 前記微小突起の設けられた電極と前記発光層を含む一または二以上の前記有機薄膜層との間に可視光領域の光に対して透明な絶縁層を有し、該絶縁層を貫通するように前記微小突起が設けられた請求項1乃至7いずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項9】 基板上に第一の電極層を形成した後、該第一の電極層の表面に複数の微小突起を設ける工程と、該第一の電極層の上に、発光層を含む一または二以上の有機薄膜層と第二の電極層とをこの順で形成する工程とを含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法。

【請求項10】 前記第一の電極層の表面に複数の孔の設けられた絶縁膜を形成した後、該複数の孔に導電性の材料を積層することにより、前記複数の微小突起を設けることを特徴とする請求項9に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、発光効率に優れた有機エレクトロルミネッセンス素子に関する。

【0002】

【従来の技術】有機エレクトロルミネッセンス素子は、

電界を印加することにより、陽極より注入された正孔と陰極より注入された電子の再結合エネルギーにより蛍光性物質が発光する原理を利用した自発光素子である。イーストマン・コダック社のC. W. Tangらによる積層型素子による低電圧駆動有機エレクトロルミネッセンス素子の報告(C. W. Tang, S. A. Van Slyke, アプライドフィジックスレターズ (Applied Physics Letters)、51巻、913頁、1987年 など)がなされて以来、有機材料を構成材料とする有機エレクトロルミネッセンス素子に関する研究が盛んに行われている。Tangらは、トリス(8-キノリノール)アルミニウムを発光層に、トリフェニルジアミン誘導体を正孔輸送層に用いている。積層構造の利点としては、発光層への正孔の注入効率を高めること、陰極より注入された電子をブロックして再結合により生成する励起子の生成効率を高めること、発光層内で生成した励起子を閉じこめることなどが挙げられる。この例のように有機エレクトロルミネッセンス素子の素子構造としては、正孔輸送(注入)層、電子輸送性発光層の2層型、又は正孔輸送(注入)層、発光層、電子輸送(注入)層の3層型等が良く知られている。こうした積層型構造素子では注入された正孔と電子の再結合効率を高めるため、素子構造や形成方法の工夫がなされている。

【0003】しかしながら、有機エレクトロルミネッセンス素子に於いてはキャリア再結合の際にスピン統計の依存性より一重項生成の確率に制限があり、したがって発光確率に上限が生じる。この上限の値は凡そ25%と知られている。更に有機エレクトロルミネッセンス素子に於いてはその発光体の屈折率の影響のため、図1に示すように、臨界角以上の出射角の光は全反射を起こし外部に取り出すことができない。このため発光体の屈折率が1.6とすると発光量全体の20%程度しか有効に利用できず、エネルギーの変換効率の限界としては一重項生成確率を併せ全体で5%程度と低効率とならざるをえない(筒井哲夫「有機エレクトロルミネッセンスの現状と動向」、月刊ディスプレイ、vol. 1、No. 3、p11、1995年9月)。発光確率に強い制限の生じる有機エレクトロルミネッセンス素子に於いては、光の取り出し効率は致命的ともいえる効率の低下を招くことになる。

【0004】この光の取り出し効率を向上させる手法としては、従来無機エレクトロルミネッセンス素子などの、同等な構造を持つ発光素子に於いて検討されてきた。例えば、基板に集光性を持たせることで効率を向上させる方法(特開昭63-314795)や、素子の側面等に反射面を形成する方法(特開平1-220394)は、発光面積の大きな素子に対しては有効であるが、ドットマトリクスディスプレイ等の画素面積の微小な素子に於いては、集光性を持たせるレンズや側面の反

射面等の形成加工が困難である。更に有機エレクトロルミネッセンス素子に於いては発光層の膜厚が数 $\mu\text{m}$ 以下となるためテーパー状の加工を施し素子側面に反射鏡を形成することは現在の微細加工の技術では困難であり、大幅なコストアップをもたらす。また基板ガラスと発光体の間に中間の屈折率を持つ層を導入し、反射防止膜を形成する方法（特開昭62-172691）もあるが、この方法は前方への光の取り出し効率の改善の効果はあるが全反射を防ぐことはできない。したがって屈折率の大きな無機エレクトロルミネッセンスに対しては有効であっても、比較的低屈折率の発光体である有機エレクトロルミネッセンス素子に対しては大きな改善効果を生まない。

【0005】したがって有機エレクトロルミネッセンス素子に有用な光の取り出し方法は未だ不十分であり、この光の取り出し方法の開発が有機エレクトロルミネッセンス素子の高効率化に不可欠である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、有機エレクトロルミネッセンス素子の光の取り出し効率を改善し、高効率の有機エレクトロルミネッセンス素子を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題に対し、陽極若しくは陰極のうち一方の電極が該発光層に対して凹面形状を有する構造とすることにより解決を図るものであり、このような構造を、凹面形状を有する電極と対向する電極に複数の微小突起が設けることにより実現するものである。すなわち本発明によれば、陽極と陰極との間に発光層を含む一または二以上の有機薄膜層を有してなる有機エレクトロルミネッセンス素子において、陽極若しくは陰極のうち一方の電極が該発光層に対して凹面形状を有し、該凹面形状を有する電極と対向する電極に複数の微小突起が設けられたことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子が提供される。

【0008】例えば図3に示すように電極2の表面に微小突起を設けることにより、発光層に対して凹面形状を有する対向電極6を容易に形成することができる。この点について図2を参照して説明する。複数の微小突起3が設けられた電極2の上に発光層を含む有機薄膜層5、対向電極6をこの順で成膜していくと、微小突起3と対応する部分の有機薄膜層5および対向電極6に凸部が生じる。このようにして、成膜工程で自然に、対向電極6に凹面形状が形成されるのである。

【0009】以上述べたように本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は凹面形状の電極が形成されているため、発光層を含む有機薄膜層5で生じた光は有機薄膜層5と対向電極6の界面で反射した後、凹面鏡と同様の作用により基板1方向に集光される。すなわち、両電極に挟まれた領域からの発光のうち、基板面で全反射する

成分、あるいは基板面に水平方向に出射される成分を基板面垂直方向に反射させることができる。したがって、図1のように全反射のために光が取り出し不可能となるということは生じにくく、光の取り出し効率が顕著に向上する。この際、発光面積は減少しており前方への反射効率も100%では無いため、微小突起の無い電極を用いた場合より輝度としては低下する場合もあるが、発光面積の減少により消費電力も低下するため、全体としては高効率となる。

【0010】本発明における微小突起は、上記のように対向電極に凹面形状を付与するために設けられるものであるから、このような作用を有するものであればいかなる形状であってもよい。例えば、円柱形状や、円錐状、円錐、円錐台、四角錐、角錐台、任意の錐体、錐台、半球状、半楕円球状などとすることができる。

【0011】また本発明によれば、基板上に第一の電極層を形成した後、該第一の電極層に複数の微小突起を設ける工程と、該第一の電極層の上に、発光層を含む一または二以上の有機薄膜層と第二の電極層とをこの順で形成する工程とを含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法が提供される。このようにすることにより、発光層に対して凹面形状を有する対向電極を容易に形成することができる。

【0012】複数の微小突起は、例えば以下のようにして作製される。まず下地となる平面電極を形成した後、その上に孔の空いた絶縁膜を形成する。その孔に導電性の材料を積層する方法により微小突起を形成することができる。また格子状にパターン化された導電性の電極の各交点に突起を形成し、格子間より光を取り出す方法をとることもできる。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明における有機エレクトロルミネッセンス素子の素子構造は、電極間に発光層を含む有機薄膜層を1層あるいは2層以上積層した構造であり、特にその構造に制約を受けない。例としては、①陽極、発光層、陰極、②陽極、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、陰極、③陽極、正孔輸送層、発光層、陰極、あるいは④陽極、発光層、電子輸送層、陰極等の構造が挙げられる。またこれらの有機薄膜層間及び有機薄膜層と電極間に、電荷注入特性の向上や絶縁破壊を抑制あるいは発光効率を向上させる目的で、弗化リチウム、弗化マグネシウム、酸化珪素、二酸化珪素、窒化珪素等の無機の誘電体、絶縁体からなる薄膜層、あるいは有機薄膜層と電極材料又は金属との混合層、あるいはポリアニリン、ポリアセチレン誘導体、ポリジアセチレン誘導体、ポリビニルカルバゾール誘導体、ポリパラフェニレンビニレン誘導体等の有機高分子薄膜を挿入しても構わない。

【0014】本発明において、電極としては、陽極は正孔を正孔輸送層に注入する役割を担うものであり、4.



5 eV以上の仕事関数を有することが効果的である。本発明に用いられる陽極材料の具体例としては、酸化インジウム錫合金（ITO）、酸化錫（NE SA）、金、銀、白金、銅等の金属又は酸化物、並びにこれらの混合物が適用できる。また陰極としては、電子輸送帯又は発光層に電子を注入する目的で、仕事関数の小さい材料が好ましい。陰極材料は特に限定されないが、具体的にはインジウム、アルミニウム、マグネシウム、マグネシウム-インジウム合金、マグネシウム-アルミニウム合金、アルミニウム-リチウム合金、アルミニウム-スカンジウム-リチウム合金、マグネシウム-銀合金、並びにこれらの混合物等が使用できる。

【0015】ここで微小突起の形成された電極は陽極、陰極の何れでもよく、また何れかの電極が可視光の領域に於いて透明あるいは高反射率を有するもののどちらでもよい。また、この電極の厚さは電極として本来の機能を果たす厚さであれば特に限定されることはないが、 $0.02\mu\text{m}\sim 2\mu\text{m}$ の範囲にあることが望ましい。

【0016】本発明において有機薄膜層（有機発光層）の厚さは、用いる材料、層構造によりそれぞれ効率、寿命等を考慮して最適な範囲が決定され、電極厚は有機薄膜層の層厚により最適な範囲が決定される。

【0017】微小突起の径あるいは微小突起の開口部の最小距離は、特に限定されることはないが、積層する有機薄膜層厚、電極厚によって最適な範囲が決定される。電極の厚さに比して大きすぎる場合又は小さすぎる場合の何れも効率の低下を招くことから、微小突起の径あるいは微小突起の最小幅は電極の厚さに対し0.1倍以上10倍以下の範囲にあることが望ましい。このようにすることによって、反射、発光のいずれも起こらない領域が増えることによる効率の低下を防ぎつつ、電極面における反射の効果を十分に光取り出し効率の向上を図ることができる。また微小突起の最小幅は、電極サイズにもよるが、たとえば $0.03\mu\text{m}$ 以上 $2\mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。

【0018】本発明において、微小突起の設けられた電極の面積に対する微小突起底面部の総面積の比率は好ましくは5%以上50%以下である。このようにすることによって、反射、発光のいずれも起こらない領域が増えることによる効率の低下を防ぎつつ光取り出し効率の向上を図ることができる。

【0019】本発明において微小突起の最小幅は、有機薄膜層の層厚の好ましくは0.1倍以上5倍以下である。このようにすることによって、反射、発光のいずれも起こらない領域が増えることによる効率の低下を防ぎつつ、電極面における反射の効果を十分に光取り出し効率の向上を図ることができる。

【0020】本発明において微小突起の設けられた電極

の厚さは、有機薄膜層の層厚に対して好ましくは0.3倍以上5倍以下である。0.3倍未満では凹面反射の効果が十分でなく効率が低下する場合がある。5倍を超えると光を出射できる領域が減り効率が低下する場合がある。

【0021】本発明において、微小突起の配置規則性は特に限定されることはなく、周期的な配置でも、完全に不規則な配置でも構わない。しかしながら、例えば図4、6のように、複数の微小突起を平面方向に規則性をもって配置すれば、2次元的な周期性をもたせることにより一次元的な周期性による干渉の効果の異方性を抑制することができる。

【0022】微小突起の設けられた側の電極は、その可視光域に於ける光の反射率が高ければ高いほど効率が良いが、実用的には30%以上の反射率が必要となる。

【0023】本発明における微小突起は、可視光領域の光に対して不透明な導電性材料からなることが好ましい。ここで、可視光領域とは、波長 $350\sim 800\text{nm}$ 程度の光をいう。「不透明な」とは、可視光領域の光が実質的に透過しないことをいう。

【0024】また微小突起の設けられた電極は、背面からの反射光を取り出すために必要な透過率を備えていることが好ましく、可視光領域の光に対して透明な導電性材料からなることが好ましい。ここで「透明な」とは、可視光領域の光が、発光素子としての機能が損なわれない程度に透過することをいう。

【0025】本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、例えば、微小突起の設けられた電極と発光層を含む一または二以上の前記有機薄膜層との間に可視光領域の光に対して透明な絶縁層を有し、この絶縁層を貫通するように微小突起が設けられた構成とすることができる。このような構成とすることにより、突起の電極としての機能を損なわずに、突起間の光の透過率および開口面を大きく保つことができる。

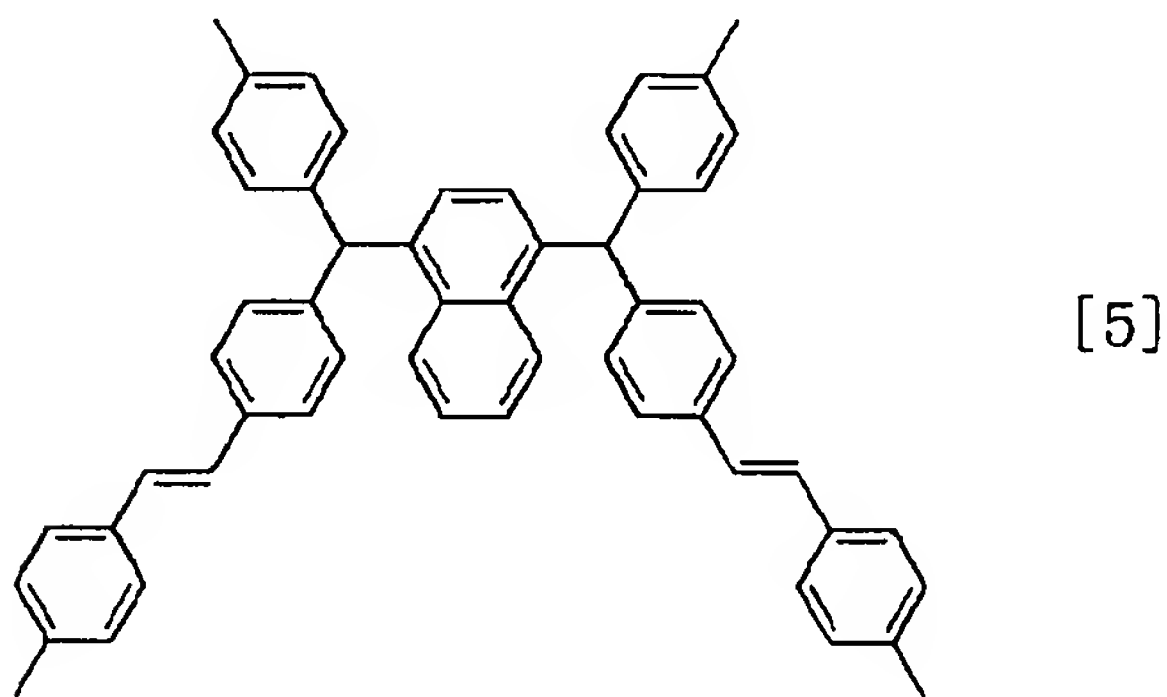
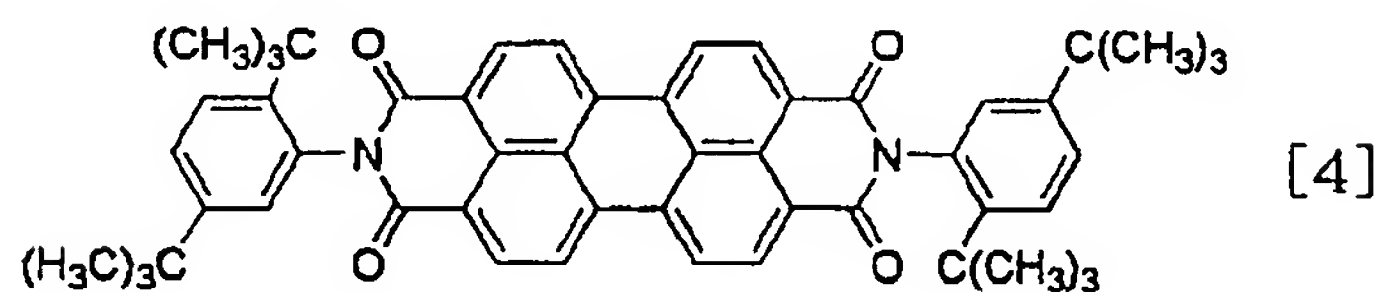
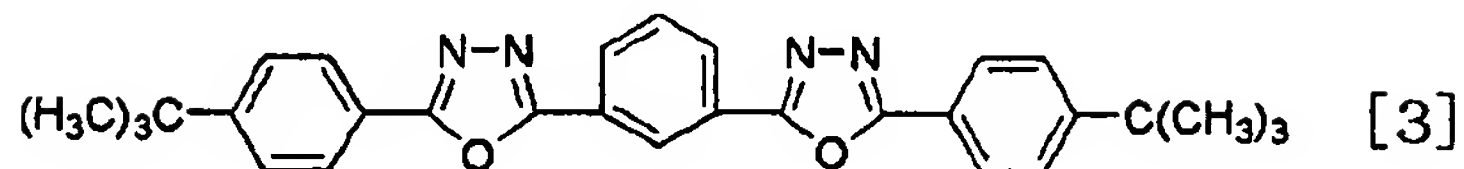
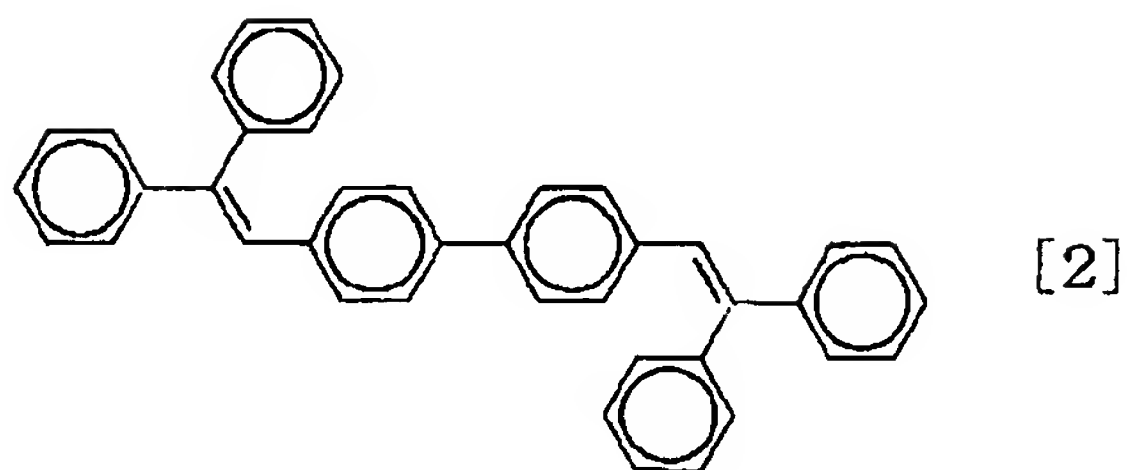
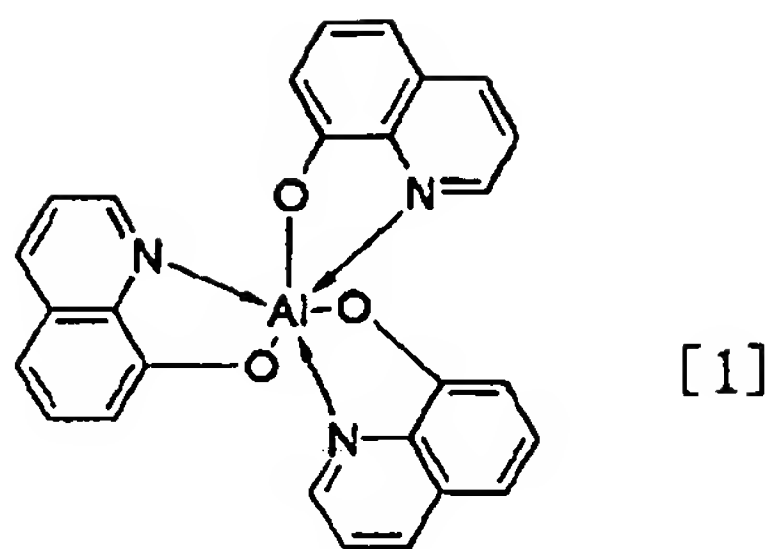
【0026】本発明に用いられる発光材料としては特に限定されず、通常発光材料として使用されている化合物であれば何を使用してもよい。例えば、下記のトリス

（8-キノリノール）アルミニウム錯体（Alq3）

【1】やビスジフェニルピニルピフェニル（BDPVB i）【2】、1,3-ビス（p-tert-ブチルフェニル-1,3,4-オキサジアゾールイル）フェニル（OXD-7）【3】、N,N'-ビス（2,5-ジ-tert-ブチルフェニル）ペリレンテトラカルボン酸ジイミド（BP-PC）【4】、1,4-ビス（p-トリル-p-メチルスチルフェニル）ナフタレン【5】などである。

【0027】

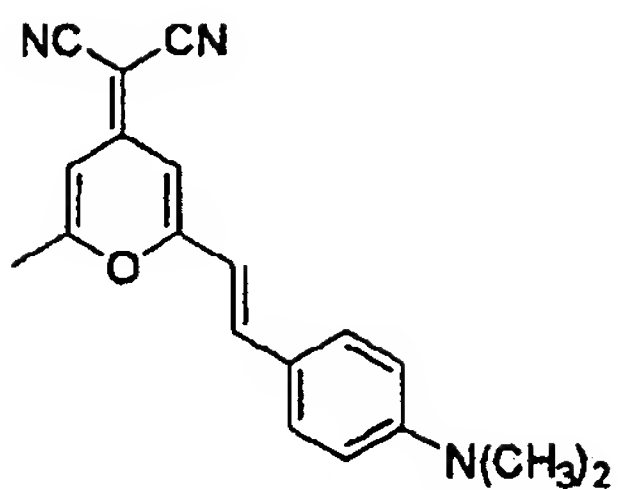
【化1】



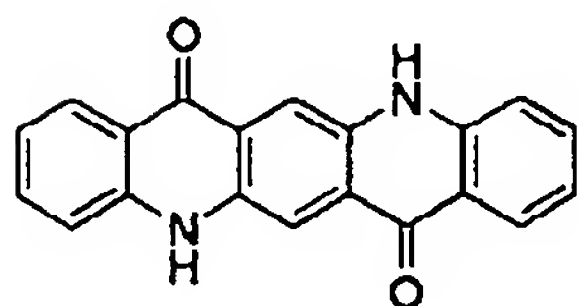
【0028】また、電荷輸送材料に蛍光材料をドーブした層を発光材料として用いることもできる。例えば、前記のAlq3 [1] などのキノリノール金属錯体に4-ジシアノメチレン-2-メチル-6-(p-ジメチルアミノスチリル)-4H-ピラン (DCM) [6]、2,3-キナクリドン [7] などのキナクリドン誘導体、3-(2'-ベンゾチアゾール)-7-ジエチルアミノクマリン [8] などのクマリン誘導体をドーブした層、あるいは電子輸送材料ビス(2-メチル-8-ヒドロキシキノリン)-4-フェニルフェノール-アルミニウム錯体 [9] にペリレン [10] 等の縮合多環芳香族をドーブした層、あるいは正孔輸送材料4,4'-ビス(m-

トリルフェニルアミノ) ビフェニル (TPD) [11] にルブレン [12] 等をドーブした層を用いることができる。

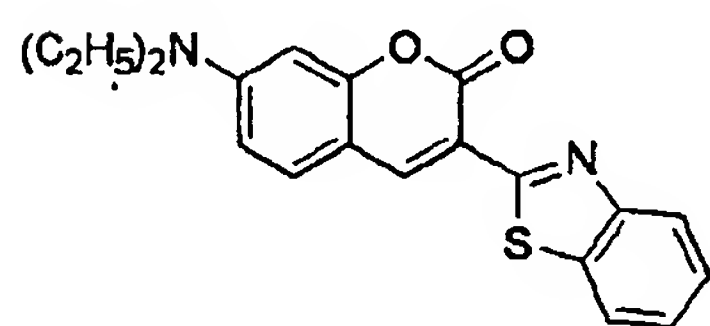
【0029】  
【化2】



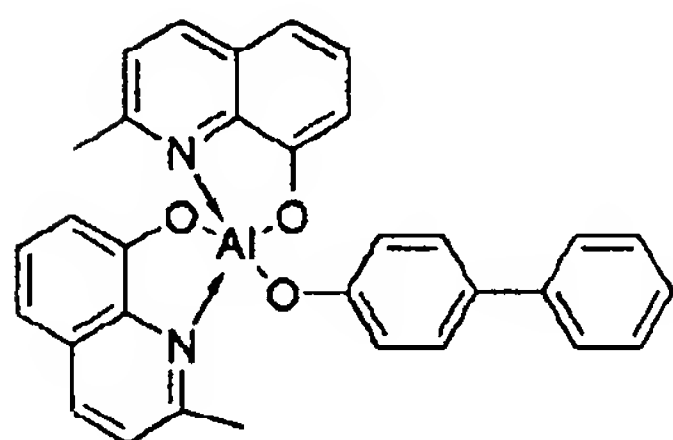
[6]



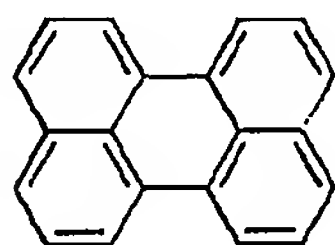
[7]



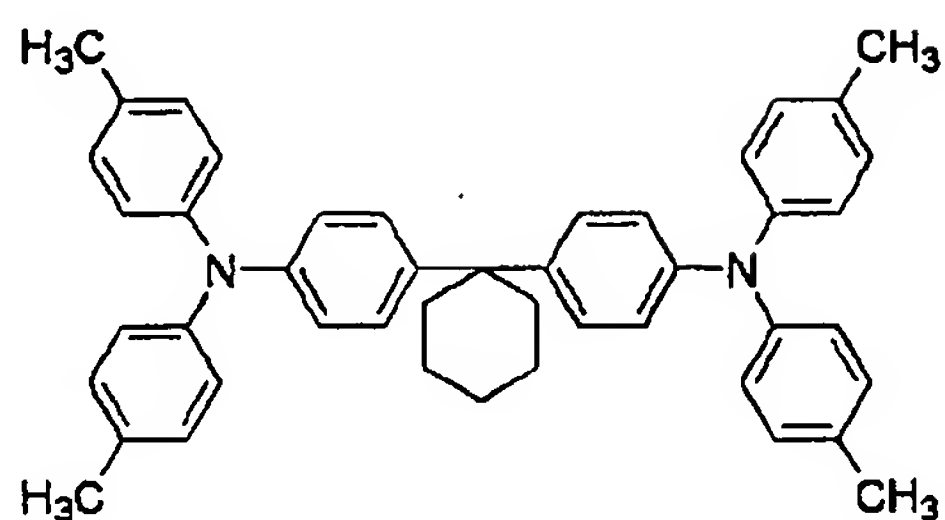
[8]



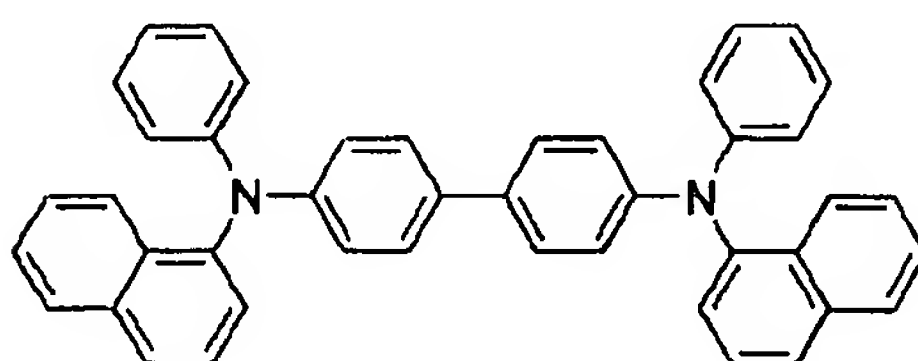
[9]



[10]



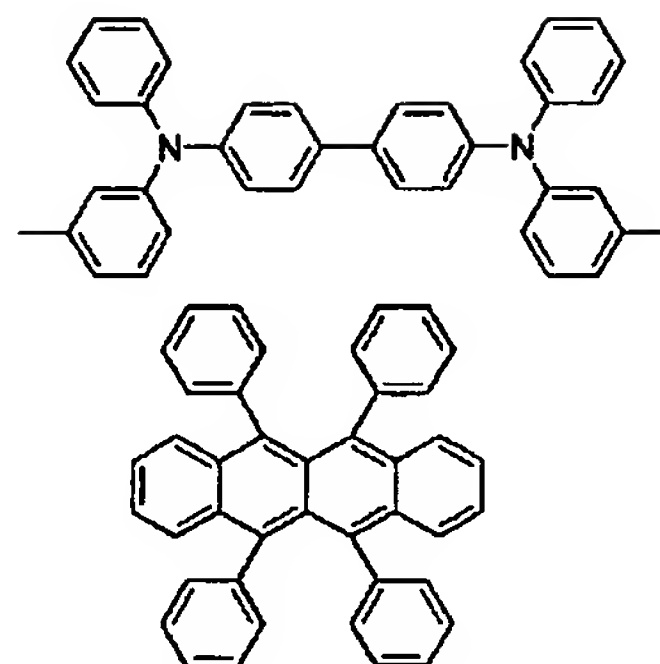
[13]



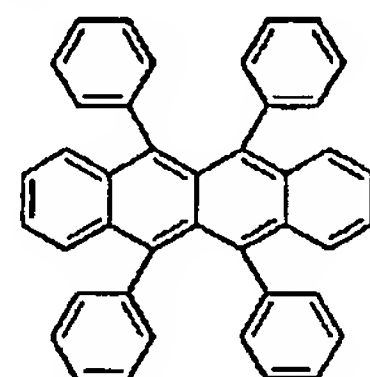
[14]

【0030】

【化3】



[11]



[12]

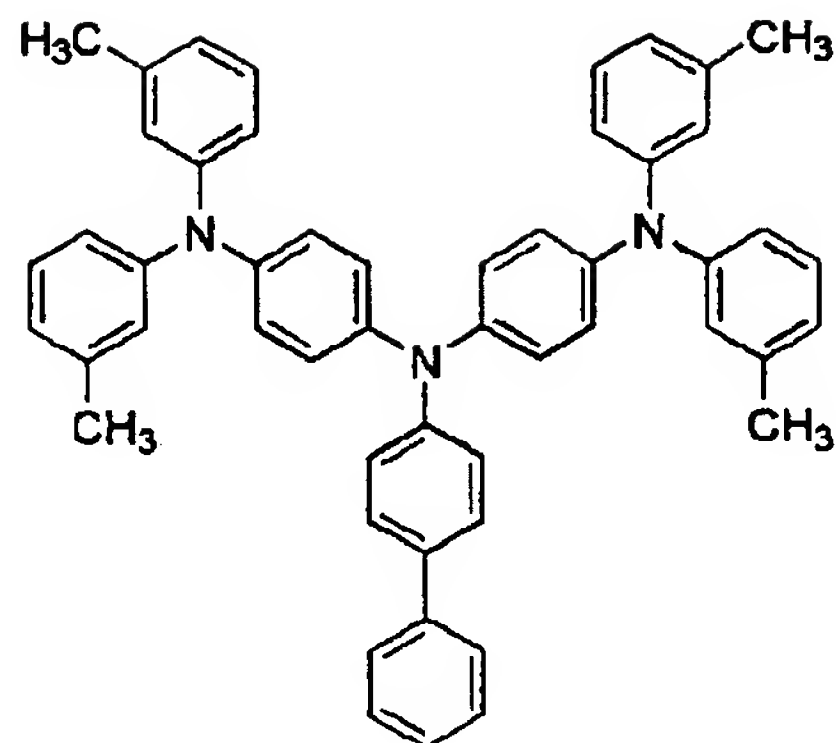
【0031】本発明に用いられる正孔輸送材料は特に限定されず、通常正孔輸送材料として使用されている化合物であれば何を使用してもよい。例えば、ビス(ジ(p-トリル)アミノフェニル)-1,1-シクロヘキサン[13]、TPD[11]、N,N'-ジフェニル-N-N-ビス(1-ナフチル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン(NPB)[14]等のトリフェニルジアミン類や、スターバースト型分子([15]~[17]等)等が挙げられる。

【0032】

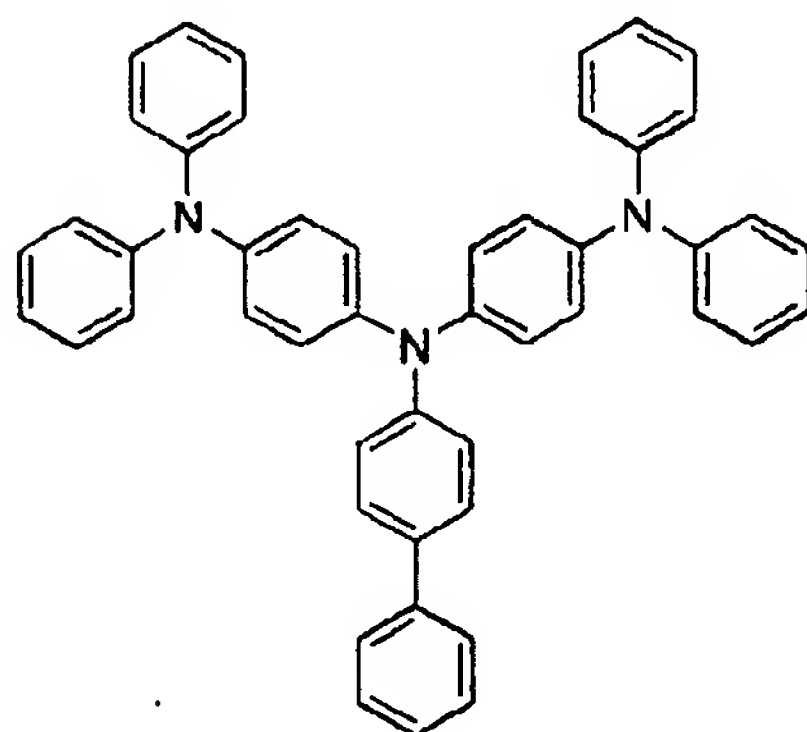
【化4】

【0033】

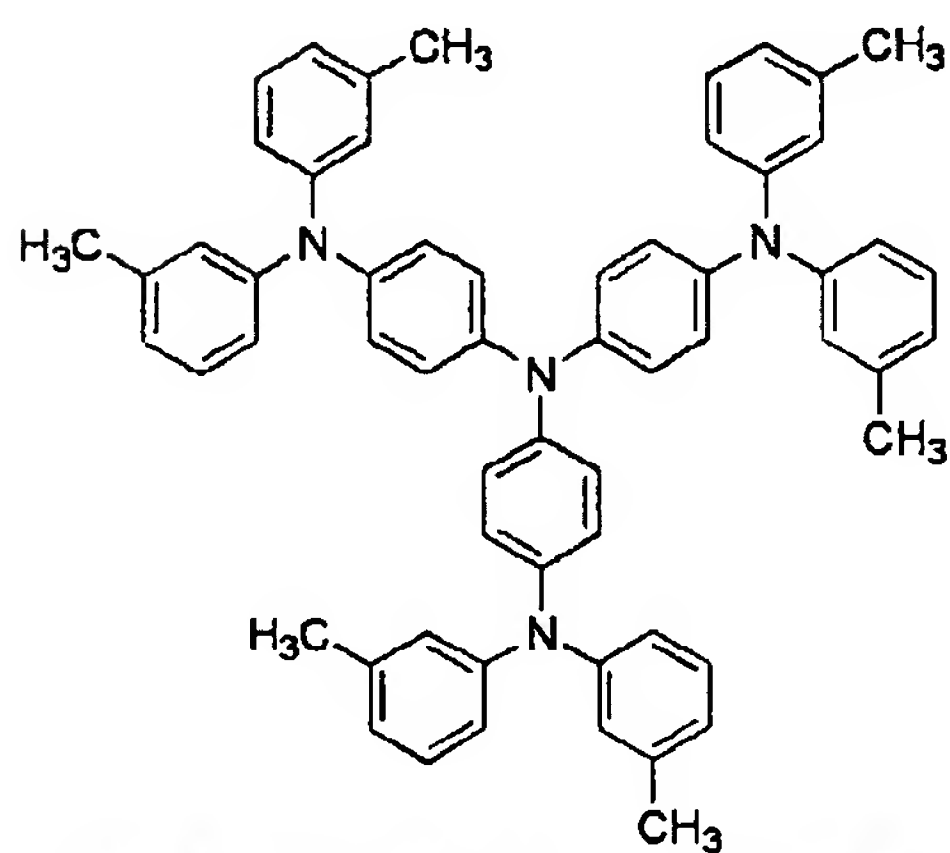
【化5】



[15]



[16]



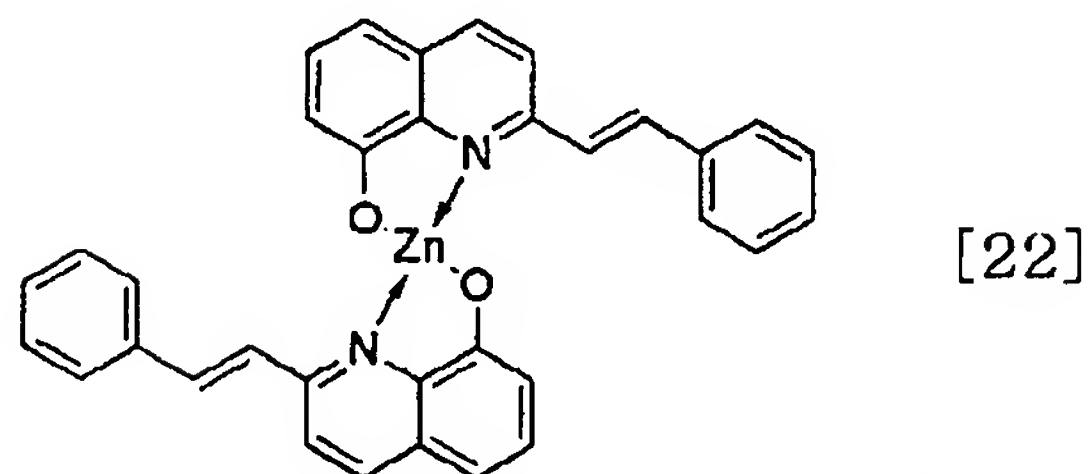
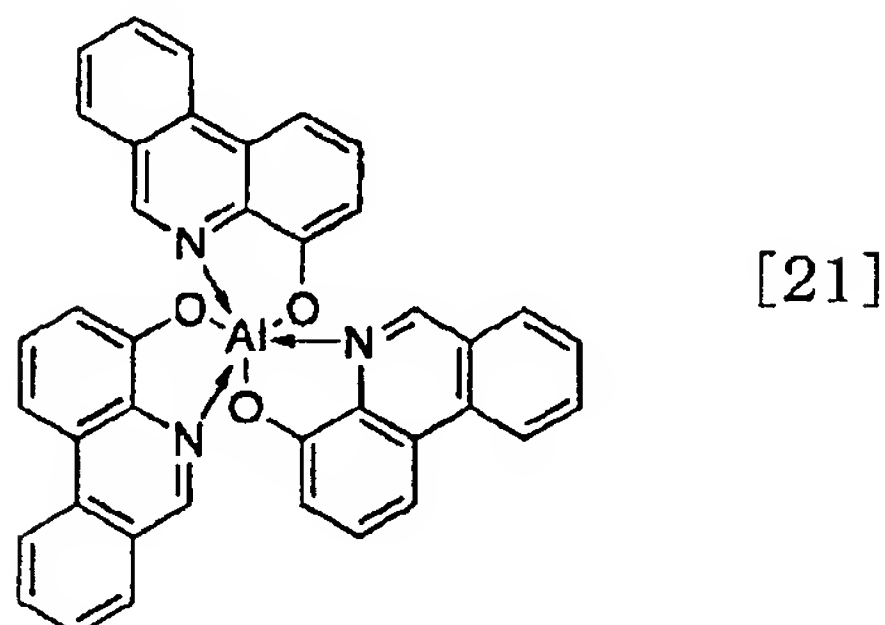
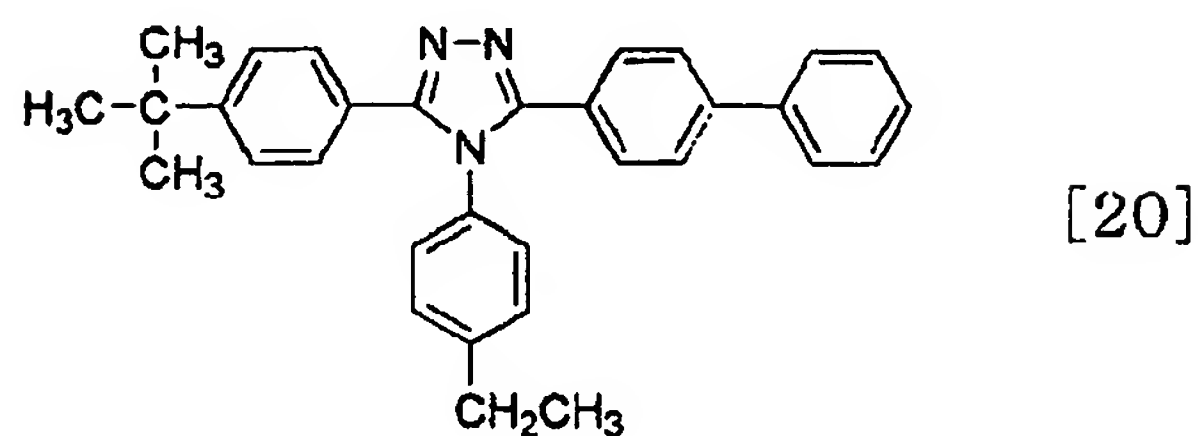
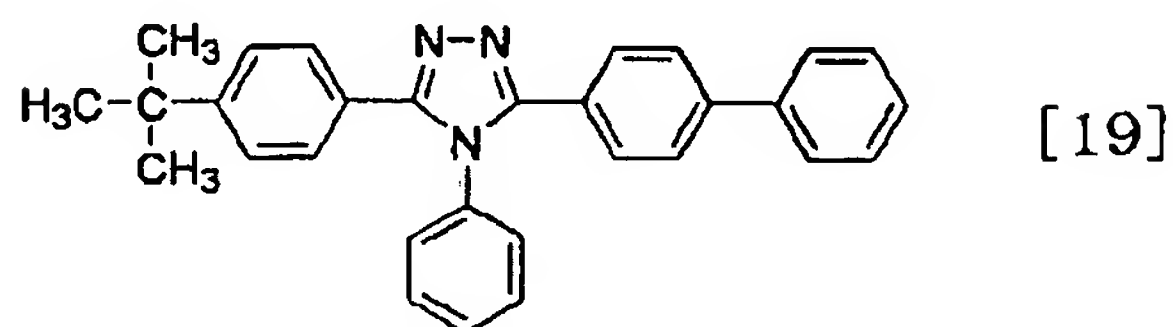
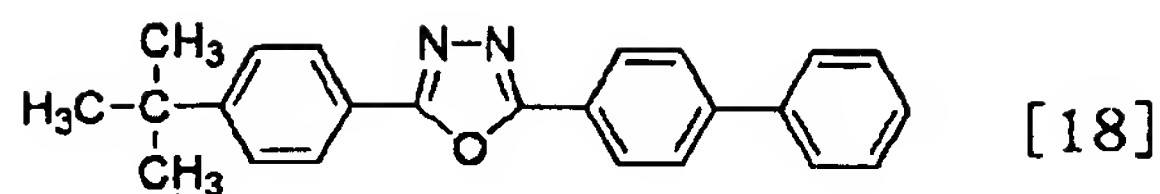
[17]

【0034】本発明に用いられる電子輸送材料は特に限定されず、通常電子輸送材として使用されている化合物であれば何を使用してもよい。例えば、2-(4-ピフェニル)-5-(4-t-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール(Bu-PBD) [18]、OXD-7 [3] 等のオキサジアゾール誘導体、トリア

ゾール誘導体 ([19]、[20] 等)、キノリノール系の金属錯体 ([1]、[9]、[21] ~ [24] 等) が挙げられる。

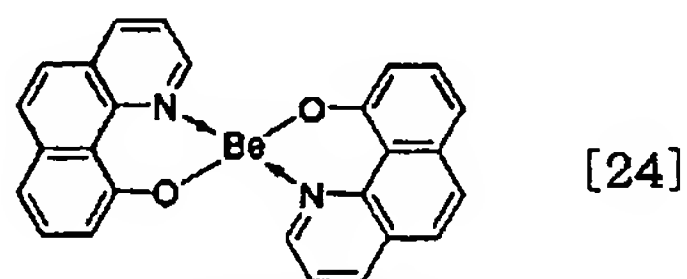
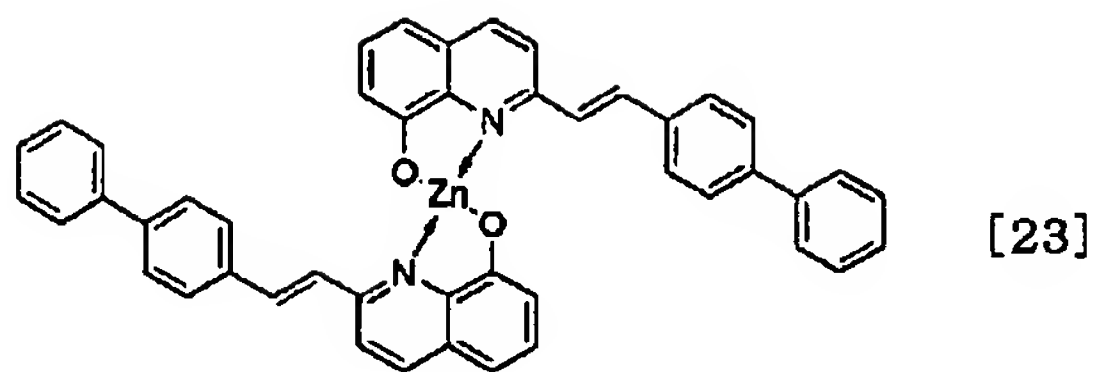
【0035】

【化6】



【0036】

【化7】



【0037】本発明の有機エレクトロルミネッセンス素

子に於ける各層の形成方法は特に限定されない。従来公知の真空蒸着法、スピンコーティング法等による形成方法を用いることができる。本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子に用いる、前記の化合物を含有する有機薄膜層は、真空蒸着法、分子線蒸着法（MBE法）あるいは溶媒に溶かした溶液のディッピング法、スピンコーティング法、キャスト法、バーコート法、ロールコート法等の塗布法による公知の方法で形成することができる。本発明に於ける有機エレクトロルミネッセンス素子の各有機薄膜層の膜厚は特に制限されないが、通常は数10nmから1μmの範囲が好ましい。

【0038】

【実施例】以下本発明を、実施例をもとに詳細に説明するが、本発明はその要旨を越えない限り、以下の実施例



に限定されない。

【0039】（比較例1）以下に比較例に用いる有機薄膜エレクトロルミネッセンス素子の作製手順について説明する。素子は陽極／正孔注入層／発光層／電子輸送層／陰極により構成されている。50mm×25mmのガラス基板（HOYA製、NA45、1.1mm厚）上にITOをスパッタリングによって120nm積層した。この際、メタルマスクを用いITOを2mm×50mmの帯状になるように形成した。このときのシート抵抗は18Ω/□であった。

【0040】有機発光層の形成は抵抗加熱式真空蒸着を用いて行った。真空槽の上部に設置した基板に対し、下方250mmの距離にモリブデン製のポートを設置、基板への入射角は38度の配置にし、基板回転は毎分30回転とした。圧力が $5 \times 10^{-7}$  Torr に到達した時点で蒸着を開始、基板横に装着した水晶振動子膜厚制御装置により蒸着速度を制御した。蒸着速度は毎秒0.15nmと設定して行った。正孔注入層として化合物[15]を上記条件にて40nm形成したのち、発光層として化合物[5]を70nm、電子輸送層として化合物[19]を40nm、順次同条件にて蒸着した。

【0041】つぎに陰極としてマグネシウム－銀合金をそれぞれ独立のポートより同時に蒸着し陰極を形成した。このとき、マグネシウム対銀の蒸着速度がそれぞれ毎秒1.0nm、0.2nmとなるように上記膜厚制御装置にて制御し、膜厚は200nmとした。蒸着時にメタルマスクを用い、25mm×2mmの帯状パターンをITOの帯状パターンと直交する方向に、1mm間隔で12個形成し陰極とした。

【0042】この素子に電圧を10V印加時に、電流密度は50mA/cm<sup>2</sup>、輝度は1950cd/m<sup>2</sup>を示した。したがって効率は、3.9cd/A、1.22lm/Wとなる。

【0043】（実施例1）ITOを形成するまでは比較例1と同様にして行い、形成したITO上にフォトリソグラフィ工程を用い図2に示す構造の突起電極の形成を行った。絶縁膜はスパッタリングを用いTiO<sub>2</sub>膜を50nm形成した後、i線レジスト（東京応化製THMR

－iP1700）をスピコート法により2μm厚に形成しi線ステッパーを用い図4に示すパターンの孔をレジストに形成した。ここで角寸法はl=0.6μm、d=1.4μmとした。その基板を、リアクティブイオンエッチング法を用いメタン－水素混合ガスによって露出部分のTiO<sub>2</sub>膜を除去し、その上に比較例1と同様に真空蒸着法により金を水晶振動子膜厚計に於いて400nmとなる厚さに形成した。この時の基板への入射角は38度で、基板回転は毎分30回転で行なった。金を蒸着後、残存レジストを専用の剥離液を用い除去した。このあとの有機薄膜層、電極の蒸着は比較例1と全く同様に行った。この素子に10Vの電圧を印可したところ、26.4mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で、輝度は1588cd/m<sup>2</sup>であった。したがって効率は、6.02cd/A、1.89lm/Wとなった。

【0044】（実施例2～10）以下に示す実施例2～10に於いてはs、l及び金の膜厚を変え測定を行った。その結果を表1、表2に示す。

【0045】

【表1】

実施例 番号	直径 l (μm)	間隔 d d (μm)	金の膜厚 (μm)
2	0.60	1.00	0.40
3	0.60	1.40	0.40
4	0.40	0.80	0.40
5	0.40	1.00	0.40
6	0.40	1.40	0.40
7	0.40	0.80	0.20
8	0.40	0.80	0.30
9	0.40	0.80	0.50
10	0.40	0.80	0.60

【0046】

【表2】

実施例 番号	10V印加時 電流密度 (mA/cm <sup>2</sup> )	10V印加時 輝度 (cd/m <sup>2</sup> )	効率 cd/A	効率 lm/W
2	17.6	930	5.3	1.66
3	9.3	431	4.6	1.46
4	12.7	851	8.7	2.10
5	8.2	510	6.2	1.95
6	4.2	231	5.5	1.73
7	9.8	497	5.1	1.59
8	12.7	845	6.7	2.09
9	14.7	688	4.7	1.47
10	14.7	635	4.3	1.36

【0047】（実施例11）基板より順に陰極、有機薄膜層、陽極と積層する他は、実施例1と全く同様に行なった。即ち、実施例1に於いて金を用いて突起を形成する代わりにマグネシウム-銀合金を用い同様に行ない、有機薄膜層の積層は電子輸送層、発光層、正孔注入層と逆順に積層し、最後に金の陽極を形成した。パターンのサイズは $s=0.4\mu\text{m}$ 、 $l=0.8\mu\text{m}$ とした。この素子に10V印可したときの電流密度は $34.2\text{mA/cm}^2$ で、輝度は $1651\text{cd/m}^2$ であった。した

がって、効率は $4.8\text{cd/A}$ 、 $1.521\text{lm/W}$ であった。

【0048】（実施例12～20）以下に示す実施例12～20に於いては $s$ 、 $l$ 及びマグネシウム-銀合金の膜厚を変え測定を行った。その結果を表3、表4に示す。

【0049】

【表3】

実施例 番号	直径 $l$ ( $\mu\text{m}$ )	間隔 $d$ $d$ ( $\mu\text{m}$ )	マグネシウム-銀合金 の膜厚 ( $\mu\text{m}$ )
12	0.60	1.00	0.40
13	0.60	1.40	0.40
14	0.40	0.80	0.40
15	0.40	1.00	0.40
16	0.40	1.40	0.40
17	0.40	0.80	0.20
18	0.40	0.80	0.30
19	0.40	0.80	0.50
20	0.40	0.80	0.60

【0050】

【表4】

実施例 番号	10V印加時 電流密度 (mA/cm <sup>2</sup> )	10V印加時 輝度 (cd/m <sup>2</sup> )	効率 cd/A	効率 lm/W
12	21.5	972	4.5	1.42
13	12.5	543	4.3	1.35
14	14.8	891	6.0	1.89
15	10.7	540	5.0	1.58
16	5.5	245	4.5	1.40
17	11.8	478	4.1	1.27
18	17.8	946	5.3	1.67
19	21.0	990	4.7	1.47
20	22.3	955	4.3	1.36

【0051】（実施例21）突起間の導通をとる電極を、ITOの下地とする代わりに、図5に示す構造の金の格子状の電極を用いた。格子状の金電極のパターニングは0.05μm厚に金を蒸着した後実施例1と同様にフォトリソグラフィ工程にて円形の孔をレジストに空け、リフトオフ法により格子点に金の突起を形成した。この時の膜厚は500nmとし、その上に有機薄膜層、陰極を形成する過程は実施例1と全く同様に行なった。各寸法は図6に示す記号でs=0.35μm、d=1.0μm、l=0.6この素子に10V印可したときの電流密度は37.5mA/cm<sup>2</sup>で輝度は1620cd/m<sup>2</sup>であった。したがって効率は4.3cd/A、1.36lm/Wであった。

【0052】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の素子構造を用いることにより、従来に比べて高効率な発光素子が得られ、本発明の効果は大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の有機エレクトロルミネッセンス素子の断面模式図である。

【図2】本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の斜視図である。

【図3】本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の断面模式図である。

【図4】実施例1～20に使用した電極パターンの模式図である。

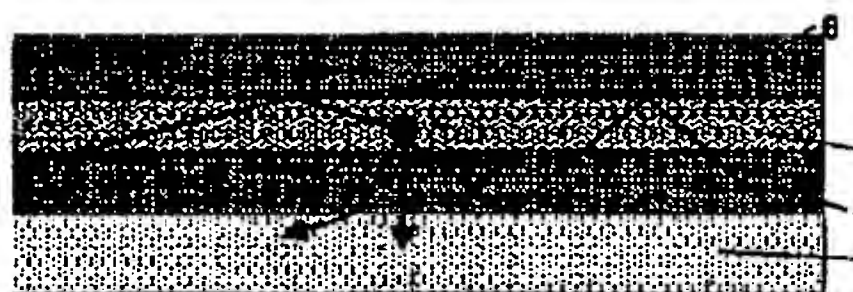
【図5】実施例21に使用した電極パターンの斜視図である。

【図6】実施例21に使用した電極パターンの模式図である。

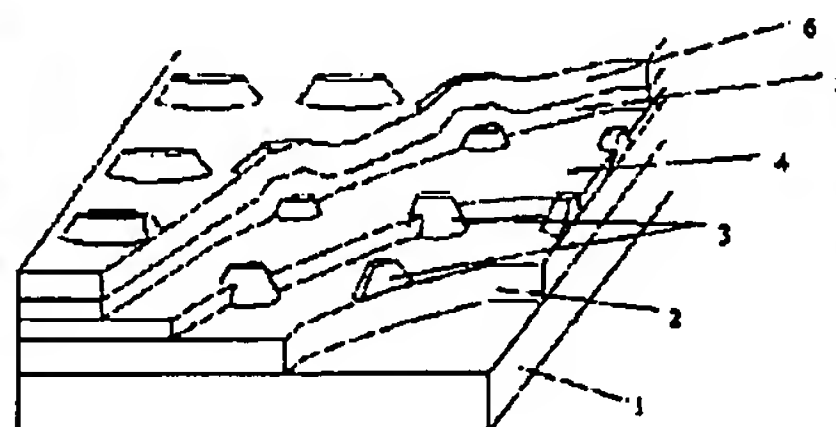
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 電極
- 3 微小突起
- 4 絶縁層
- 5 有機薄膜層
- 6 対向電極
- s 電極幅
- d 間隔
- l 突起の径

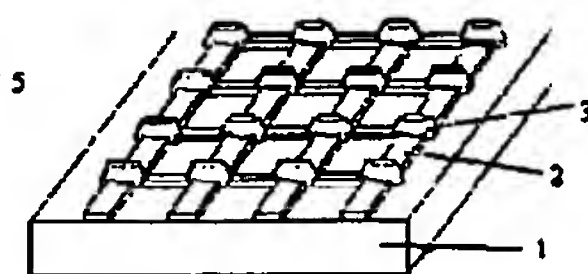
【図1】



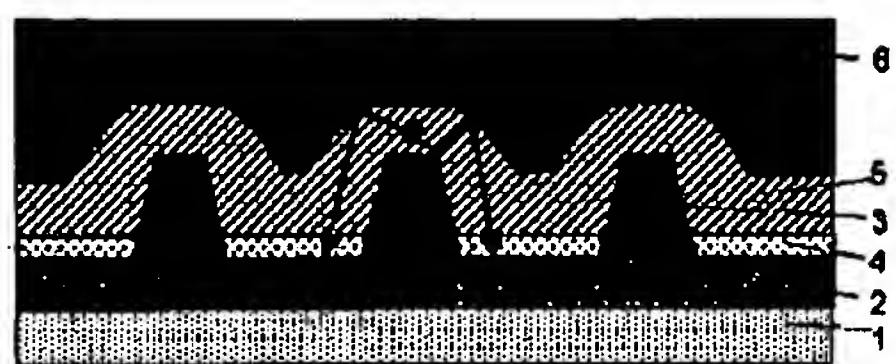
【図2】



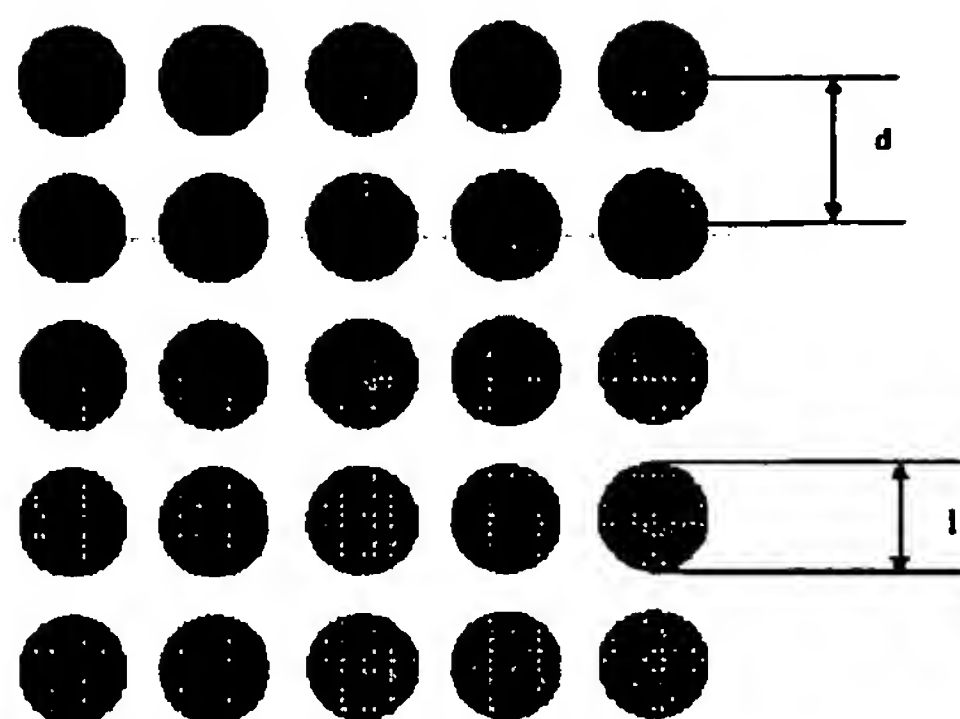
【図5】



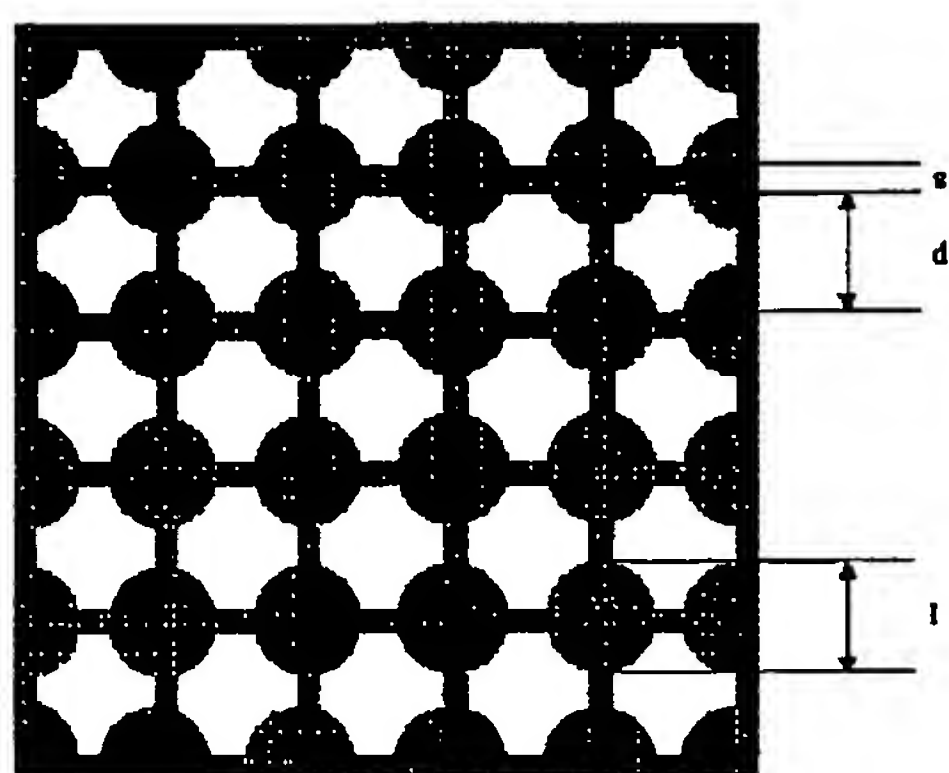
【图3】



【图4】



【图6】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**